

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
18 octobre 2001 (18.10.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/77751 A1(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
G03B 37/04, 21/56, G09B 9/32

(71) Déposant et

(72) Inventeur : MALLET, Bernard [FR/FR]; Résidence  
l'Etoile, Bellatrix, F-13800 Istres (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR01/01046

(81) États désignés (*national*) : CA, US.

(22) Date de dépôt international : 6 avril 2001 (06.04.2001)

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, CH,  
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,  
SE, TR).

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

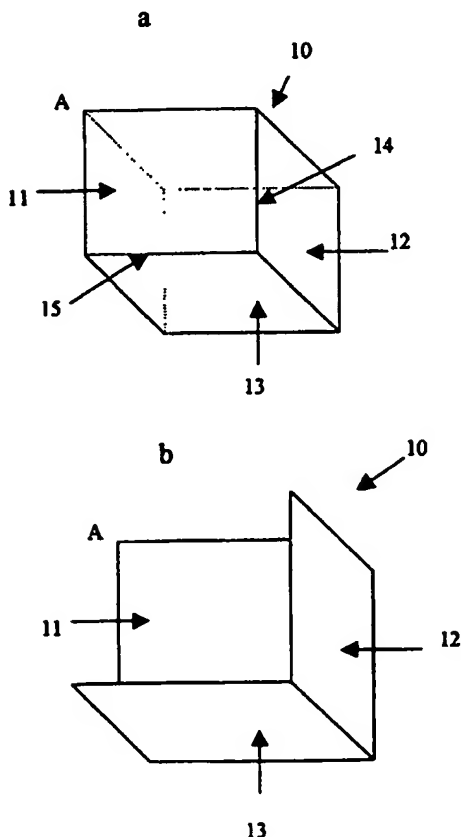
Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

(30) Données relatives à la priorité :  
00/04450 7 avril 2000 (07.04.2000) FR— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US  
seulement

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: VISUAL RESTITUTION DEVICE WITH 3 WINDOW LARGE FIELDS

(54) Titre : DISPOSITIF DE RESTITUTION VISUELLE GRANDS CHAMPS 3 FENETRES



(57) Abstract: The invention concerns a visual restitution device with 3 window large fields for visual restitution providing an artificial visual environment of flight simulator and more particularly for a helicopter. The invention is characterised in that with only 3 windows it provides very great visibility pattern and it also provides a simple and inexpensive solution to a complex problem. Its horizontal field very easily attains  $\pm 110^\circ$ . Its front vertical field reaches up to  $+90^\circ$ . Its lateral fields reach down to  $-70^\circ$ . The device is based on a structure of right angles, arranged in a specific manner, and enabling an the whole field of vision to be inscribed within the images. In accordance with the principle of overhead projection, the observer, in schematic eye position, is located somewhere inside said volume and sees each of the 3 faces beneath the horizontal and vertical fields which form large base viewing pyramids. In fact he is immersed in the action. The concept can be used for all simulation systems requiring restitution of visual environment: 1) replacing a sphere site; 2) any form of visual restitution with 3 windows for various simulators: aeroplanes, cars, ships, for sports, such as skiing/bobsleigh/canoeing and the like; 3) virtual reality for architect firm, exhibition parks and the like.

(57) Abrégé : Il s'agit d'un dispositif de restitution visuelle pour fournir un environnement visuel artificiel de simulateur de vol et plus particulièrement pour hélicoptère. Son originalité est d'offrir à partir de seulement 3 fenêtres une très grande épure de visibilité et d'être une solution simple à bas coût d'un problème complexe. Son champ horizontal atteint très facilement  $\pm 110^\circ$ . Son champ vertical frontal va jusqu'à  $+90^\circ$ . Ses champs latéraux descendent jusqu'à  $-70^\circ$ . Dispositif à base d'une structure à angles droits, disposée de façon particulière, et permettant à un observateur d'avoir presque tout son champ visuel pris dans les images. A partir du principe de rétro projection, l'observateur, placé

[Suite sur la page suivante]

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

en oeil théorique, est situé quelque part à "l'intérieur" de ce volume et voit chacune des 3 faces sous des champs horizontaux et verticaux qui forment des pyramides de vision à large base. Il est de fait immergé dans l'action. L'idée peut être utilisée pour tous les systèmes de simulation ayant besoin de restituer l'environnement visuel. 1) Remplacement d'un site sphère, 2) Toute forme de restitution visuelle de 3 fenêtres pour divers simulateurs: d'avions, de voitures, de bateaux; ludiques tels que: ski/luge/canoë, etc. 3) Réalité virtuelle pour cabinet d'architectes; parc d'exposition etc.

## DISPOSITIF DE RESTITUTION VISUELLE GRANDS CHAMPS 3 FENETRES

La présente invention se rapporte à un système de  
5 restitution de l'environnement visuel pour simulateur.  
Application au simulateur de vol.

L'objectif des simulateurs de vol est de restituer un  
environnement le plus réaliste possible, dans lequel  
10 l'utilisateur se sente « immerger ». Pour cela il faut que  
les surfaces des images soient les plus grandes possibles  
pour que la pyramide de vision ait des champs instantanés  
supérieurs aux caractéristiques visuelles de l'oeil, c'est-à-  
dire que la vision périphérique de l'observateur soit engagée  
15 dans la perception visuelle.

Le moyen le plus répandu actuellement est l'utilisation  
d'une sphère sur laquelle sont projetées des images  
synthétisées et/ou préenregistrées, et dans les environs du  
centre de laquelle est disposée une cabine dans laquelle  
20 prend place l'utilisateur. Les images sont projetées par  
plusieurs dispositifs de projection.

Ces dispositifs présentent cependant certains  
inconvenients. Ils sont très encombrants puisque le diamètre  
de la sphère peut atteindre 8 à 10 mètres et ils sont très  
25 coûteux à livrer, à monter, à peindre, à aménager. Les études  
amonts d'implantation physique des projecteurs, de calcul et  
de correction d'image sont délicates. L'étude d'une nouvelle  
structure est donc assez lourde. Pour être performante, elle  
nécessite plus de trois canaux d'imageries (fenêtres).

30 Le brevet WO 98/01841 propose, pour remédier aux  
problèmes de coûts élevés d'étude et de montage d'une sphère  
ainsi qu'aux difficultés importantes d'harmonisation des  
nombreux canaux d'imagerie, un simulateur de vol comprenant  
35 une pluralité d'écrans frontal, latéraux et supérieur. Les  
écrans, plats, sont arrangés entre eux de telle manière  
qu'ils s'inscrivent dans une sphère imaginaire. Celle-ci est  
centrée sur l'oeil théorique où est placé l'observateur. Les

écrans latéraux sont trapézoïdaux et non orthogonaux à l'écran de fond.

Une telle réalisation présente toutefois l'inconvénient d'utiliser au moins quatre écrans et au moins autant de canaux d'imagerie. L'harmonisation des images est donc  
5 délicate et le coût de fabrication demeure élevé.

Lacunes des techniques existantes. Il est possible de résumer, en partant de l'exemple sphère qui est la solution  
10 qui se rapproche le plus de l'usage grand champ par : 1) coût très élevé d'acquisition des structures, 2) nombre de canaux minimum de 4 à 6 à résolution identique, 3) coût très élevé des systèmes de projection, 4) grande complexité d'un système complet, 5) difficulté importante d'harmonisation et  
15 d'obtention d'un contraste correct, 6) maintenabilité difficile et uniquement par des spécialistes.

Lacune 1 : une sphère de 8 m de diamètre, livrée, montée, peinte, aménagée (électricité, climatisation, passerelles)  
20 avec les structures porteuses des projecteurs, les portes et prête à recevoir une cabine de simulation  $\approx 2,5$  MF.

Lacune 2 : pour couvrir un champ horizontal de  $\pm 100^\circ$  et un champ vertical de  $\pm 60^\circ$  avec une résolution de 5' d'arc, il  
25 faut 6 canaux d'imagerie de haute définition. Avec 3 canaux seulement les champs vertical et horizontal sont impossibles à atteindre ou la résolution beaucoup trop faible (en dessous de la valeur minimum acceptable).

Lacune 3 : Les performances nécessaires aux projecteurs pour restituer correctement les images en sphère sont beaucoup plus sévères que pour la technique de rétro projection. Le coefficient de "technicité" est compris entre 2,5 et 6 pour le matériel qui doit être professionnel très haut de gamme.

35

Lacune 4 : Les études amonts d'implantation physique des projecteurs, de calcul et de correction d'image sont

déliçates et longues. L'étude d'une nouvelle structure est assez lourde.

Lacune 5 : L'harmonisation qui consiste à ce qu'un élément d'une image soit vu exactement sous les bons angles d'Euler par l'observateur et cohérent de ses instruments (notamment viseur tête haute en aéronautique) ou avec la réalité, pose en général problème en tant que réalisation des moyens de mire, qu'écriture des procédures et mise au point (réglage).  
10 Par ailleurs, par construction, une sphère dont on éclaire un point, réfléchit la lumière par son écran (la peau de la sphère peinte diffuse et réfléchit à l'infini) et ré-émet cette lumière qui "allume" la sphère (donc qui détruit l'image) dès que les surfaces images sont un peu grandes. Ce  
15 point connu comme le phénomène d'intégration sphérique est intrinsèque aux moyens de projection directe (salle de cinéma ou simulateur).

Le but de l'invention est de remédier à tous ces défauts en proposant une solution plus simple, de conception et de  
20 mise en oeuvre aisée, qui offre par construction une immersion visuelle réelle très satisfaisante afin d'aboutir à un rapport qualité/coût remarquable.

25 La présente invention respecte les positions et grandeurs de tous les éléments des images telles qu'elles sont dans la réalité. L'observateur a donc la restitution du monde extérieur sous les bons angles.

30 Le système de restitution visuelle à grands champs horizontaux et verticaux conforme à l'invention comprend une pluralité d'écrans plats associés deux à deux en dièdres caractérisé en ce que lesdits dièdres sont droits et sont non orthogonaux au trièdre de référence de l'oeil théorique.

35 Le système de restitution visuelle selon l'invention comporte au moins trois écrans et est complètement opérationnel à partir de trois écrans, chacun étant associé à

un dispositif de production d'images. Les écrans ont une forme polygonale. Dans une configuration à trois écrans, celui du milieu peut être carré et les deux autres rectangulaires. Mais la version la plus satisfaisante est  
5 constituée d'une face frontale rectangle de format 5/4 ou 4/3 et les deux faces latérales de même format, soit 5/4 ou 4/3.

La description suivante se réfère aux dessins annexés qui représentent, sans aucun caractère limitatif, un exemple  
10 de réalisation à trois écrans d'un système de restitution visuelle à grands champs horizontaux et verticaux conforme à l'invention.

La figure 1a représente le cube originel à trois faces dont la déformation permet d'obtenir la configuration à 3  
15 écrans, la figure 1b étant une variante,

La figure 2 est une vue du cube en cours de déformation,

La figure 3 est une vue en perspective de la disposition des écrans,

Les figures 4a, 4b, 4c représentent la trace possible  
20 d'un plan horizontal sur les écrans,

La figure 5 est une vue de côté des écrans 11 et 12 avec la cabine et l'utilisateur,

Les figures 6a et 6b représentent les dispositions des projecteurs,

25 La figure 7 est une vue en section de l'assemblage des écrans par biseau,

La figure 8 est le développé des trois faces,

La figure 9 est l'épure de visibilité.

30 En référence aux figures annexées on voit un système de restitution visuelle à grands champs horizontaux et verticaux opérationnel à partir de seulement 3 écrans plats disposés d'une façon particulière dans l'espace. L'architecture des écrans va être décrite en procédant par étape.

35

Selon la figure 1a, considérons un cube 10 de seulement 3 faces (la face 11 du fond, la face 12 côté droit, la face 13 du dessous), dont chaque face a pour dimension, à titre

d'exemple,  $4 \times 4$  m. Les faces 11 et 12, d'une part, et les faces 11 et 13, d'autre part, forment ainsi deux dièdres droits respectivement d'arête 14 et 15, les deux autres arêtes de la face 11 non communes aux faces 12 et 13 étant  
5 sécantes au point A. Déplaçons par translation les faces 12 et 13, comme indiqué sur la figure 2, respectivement le long des arêtes 14 et 15.

Considérons ensuite un plan horizontal 16 virtuel portant un référentiel 23 d'axe X, Y, Z et dont l'origine O  
10 est l'oeil théorique 24 (position dans l'espace où se situe l'observateur qui utiliserait un seul oeil - oeil cyclope). Considérons que le cube 10 est situé à une hauteur  $z < 4$  m ; il intercepte donc le plan 16. Les arêtes 14 et 15 sont alors parallèles ou orthogonales aux trois axes.

15 A partir de la figure 2, faisons tourner le cube 10 d'un angle  $\phi = 45^\circ$  autour d'un axe colinéaire à l'axe X du référentiel 23, puis faisons tourner le cube 10 par exemple d'un angle  $\theta = 36^\circ$  (valeur de l'application) autour d'un axe colinéaire à l'axe Y du référentiel 23. Déplaçons le cube 10  
20 par rapport au référentiel 23 de manière à ce que l'origine O du référentiel se situe dans le cube 10 avec à sa verticale le point A. Cette configuration est représentée sur la figure 3. Les arêtes 14 et 15 ne sont désormais plus parallèles ou orthogonales aux trois axes du référentiel (23).

25 Les figures 4a, 4b et 4c représentent la trace 17 de l'intersection du plan 16 avec le cube 10 vue de l'intérieur du cube 10 par l'oeil théorique.

L'usage de ce dispositif en simulation implique toujours  
30 la présence d'un observateur 18. Pour un simulateur d'aéronef par exemple, celui-ci est assis dans un simulacre de cockpit 19. La structure porteuse générant une ombre pour l'observateur, il n'y a pas besoin d'image sous le cockpit et en dehors de la zone de visibilité (épure de visibilité).  
35 Pour cette raison les faces 12 et 13 peuvent être translattées le long des arêtes 14 et 15 et ainsi libérer un espace 20 pour le support physique du cockpit 19, tout en réglant au mieux la vision latérale basse. La figure 5 représente

l'utilisateur 18 assis dans un cockpit 19, ce dernier étant situé dans l'espace 20.

Comme indiqué sur la figure 6a, le système retenu de  
5 projection consiste à lier physiquement un projecteur 21 à un écran (11, 12, 13). On doit placer le projecteur derrière l'écran. Si la place est limitée, on peut utiliser un miroir 22, tel que représenté sur la figure 6b, qui dévie le faisceau et raccourci donc la distance à l'écran.

10

Les surfaces planes que forment les écrans doivent être parfaitement raccordées aux surfaces contiguës. Pour ce faire, le biseau 25, tel que représenté figure 7, sera avantageusement choisi. L'objectif est de rendre le moins  
15 visible possible la jonction entre écrans pour que l'oeil n'est rien sur lequel s'accrocher. L'oeil doit être pris par le contenu (l'image) et non par le contenant (le support). Le biseau permet un lien physique plus fort que le bord à bord et est moins sensible aux sources de lumières parasites.

20

La figure 9 permet de constater l'avantage apporté par cette disposition d'écran. Deux épures de visibilité sont représentées pour 3 fenêtres de même surface, l'une 27 concernant une sphère, l'autre 28 concernant le nouveau  
25 concept (partie gauche symétrique de la partie droite).

L'oeil théorique est ici placé à un point « quelconque » déterminé approximativement donc non optimisé. Les valeurs calculées à partir de ce choix sont dans le tableau de la figure 8. Le graphe de l'épure montre immédiatement tout  
30 l'intérêt de la mise en application de ce nouveau principe. L'angle  $\Psi$  figurant dans la première ligne du tableau représente le balayage horizontal correspondant à une rotation autour de l'axe z. L'angle  $\theta$  figurant dans les seconde et troisième lignes représente le balayage vertical  $\theta$   
35 correspondant à la rotation autour de l'axe y en fonction d'une rotation d'angle  $\Psi$ .



L'usage de ce nouveau dispositif ne se limite pas à un simulateur d'aéronef mais peut être exploité dans la simulation de conduite automobile, navale et même à des fins ludiques telles que pour un stand de tir ou des parcours à ski ou en luge. Une autre application consiste à rendre asymétrique l'épure de visibilité par légère rotation de l'ensemble autour d'un axe à définir. De la sorte, on peut privilégier la partie gauche ou droite de la restitution visuelle pour des applications particulières telles que l'appontage sur un porte-avions, le largage pour le transport militaire, qui tous deux se font toujours du même côté.

La présente invention permet également d'incruster dans l'image frontale une symbologie de type tête haute qui se situe généralement autour du plan horizontal.

Selon une variante non représentée du dispositif, on peut ajouter 1 ou 2 faces et/ou travailler avec des surfaces non rectangles. Il est notamment possible de travailler avec un écran 11 non pas de forme carrée mais polygonale, en comblant les vides situés entre les arêtes libres de l'écran 11 et les écrans 12 et 13.

Le développé des trois faces, avec une variante décrite ci-dessous, est intéressante sur le plan géométrique. En effet, toute la simplicité de la construction peut apparaître et faire comprendre les liens géométriques entre le plan horizontal et les trois faces.

Sur la figure 8, il est possible de manière graphique, d'y retrouver presque toutes les valeurs angulaires à partir de la seule connaissance des distances de l'oeil théorique aux faces. Est portée sur cette vue à plat, une variante en pointillée sur la face frontale pour passer du format carré à rectangle dans le sens horizontal. Il peut être, bien sûr, rectangle dans le plan vertical (sens qui est représenté sur la figure 9).

Variantes : la variante classique consiste à ajouter une ou deux faces et, ou, travailler avec des surfaces non rectangles.

5 Le rajout d'une ou deux faces (suivant le principe du dièdre droit) est possible, mais cela revient à construire un cube ou une boîte à quatre ou cinq faces posées à plat. L'intérêt s'en trouve réduit d'autant.

10 Une variante de détail pleinement satisfaisante est de dire que la face frontale n'est pas de format carré mais polygonal dans le cas général et de même format que les faces latérales en particulier. Cela ne change rien pour les machines de génération d'image. Seuls les calculs des champs associés sont à reprendre. De la sorte, l'épure de visibilité se dissymétrise (ce qui oblige à choisir un côté à  
15 privilégier) et augmente de façon significative le champ vertical haut entre 0° et environ 75° de gisement (voir la variante sur la figure 9)

Cette variante doit être incluse dans la première version de ce concept, vu l'avantage en terme de champs, très  
20 adaptée aux sources d'images synthétiques et d'investissement dérisoire. En outre la complexité en est inchangée.

Applications envisagées : 1) remplacement d'un site  
25 sphère, 2) création d'un site de restitution visuelle grands champs à bas coût, 3) site expérimental de restitution visuelle pour : - viseur de casque, - démonstrateur de Base de Données, 4) toute forme de restitution visuelle à partir de trois fenêtres pour divers simulateurs : - d'avions, - de voitures, - de bateaux, etc. 5) toute forme de restitution  
30 visuelle de trois fenêtres pour divers simulateurs ludiques réels ou virtuels : ski, luge, tir, etc. - parcours immersif, - homme cinéma numérique etc. 6) toute forme de restitution visuelle de trois fenêtres pour usage professionnel ou institutionnel : - cabinet d'architecte, - urbaniste, service  
35 technique régionaux, etc. - instituts, universités, etc. - parc d'exposition : de la Villette, etc.

L'ensemble peut aussi être réalisé à une échelle différente de un. Exemple : 1,5 ou 0,8 ou 0,5 voir 0,3 ce qui permet de mettre la tête confortablement dans la "boîte".

On peut même envisager une échelle à 0,2 soit 0,8 m x 0,8 m ou 0,8 x 1 m et remplacer la rétro projection par de la collimation. On obtient ainsi un système plus cher mais très haut de gamme avec seulement trois fenêtres de visualisation. Associé au concept de "glass cockpit" c'est particulièrement bien adapté à la réalité virtuelle.

Adaptation spécifique. Dans le cas d'un environnement visuel pour une activité ludique telle que le kayak ou rafting par exemple, il n'y a pas besoin d'image vers le haut (zone zénithale), on peut donc avec le même concept mettre un angle  $\theta$  nul au dispositif. Si le dispositif est employé comme simulateur d'entraînement de parachutisme, alors la vision zénithale est indispensable pour «s'y croire». Il faut le redresser jusqu'à la verticale  $\theta = 90^\circ$ , ne plus décaler les faces rouge et bleue (elles restent jointives), et probablement utiliser des faces de format 16/9, pour privilégier le défilement vertical et tenir compte des sources filmées en TVHD.

L'épure de visibilité permet une vue comparative pour trois fenêtres de même surface dans une sphère et avec ce nouveau concept (partie gauche symétrique de la partie droite). L'oeil théorique est ici placé à un point "quelconque" déterminé approximativement donc non optimisé. Les valeurs calculées à partir de ce choix sont dans le tableau ci-dessous.

30

$\psi$	0	10	20	30	40	50	60	70	77	80	90	100	110	119,8
$+\theta$	90,5	90,4	90,44	90,4	90,4	90,4	24,4	28,52	30,7	29,2	23,9	17,1	9,51	0
$-\theta$	13,7	7,15	47,33	62,9	70,1	74,5	76,5	77,8	78,5	78,7	79,2	79,2	79,0	0

Le graphe de l'épure montre immédiatement tout l'intérêt de la mise en application de ce nouveau principe. Bien que la représentation cartésienne ne soit pas la meilleure (une projection de Hammer qui conserve les angles est meilleure), elle permet néanmoins une comparaison.

35

- Fig 1a le cube  
Fig 1b cube avec faces plus grandes  
Fig 2 cube avec faces déplacées  
Fig 3 perspective des écrans  
5 Fig 4a 4b 4c traces du plan horizontal sur les écrans  
Fig 5 vue latérale avec utilisateur dans la cabine  
Fig 6a 6b vues de dessus et côté du projecteur  
Fig 7 vue de dessus des biseaux  
Fig 8 développé des trois faces  
10 Fig 9 épure de visibilité  
élément 10 cube  
élément 11 face blanche  
élément 12 face rouge  
élément 13 face bleue  
15 élément 14 arête entre faces blanche et rouge  
élément 15 arête entre faces blanche et bleue  
élément 16 plan horizontal  
élément 17 trace du plan horizontal sur écrans  
élément 18 utilisateur  
20 élément 19 cabine  
élément 20 espace pour loger la cabine  
élément 21 projecteur  
élément 22 miroir  
élément 23 trièdre de référence  
25 élément 24 œil théorique  
élément 25 biseaux  
élément 26 plan horizontal  
élément 27 plan verticaux  
élément 28 surfaces images en sphère  
30 élément 29 surfaces images avec l'invention

## REVENDICATIONS

- 5           1.     Dispositif de restitution visuelle comprenant une pluralité d'écrans (11, 12, 13) plats associés deux à deux en dièdres caractérisé en ce que lesdits dièdres sont droits et que l'arête (14, 15) de chacun est ni orthogonale ni parallèle à chacun des axes du trièdre de référence (23) de l'œil théorique (24).
- 10           2.     Dispositif de restitution visuelle selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comprend au moins trois écrans (11, 12, 13).
3.     Dispositif de restitution visuelle selon la revendication 1 caractérisé en ce que les deux écrans latéraux (12, 13) sont disposés suivant l'arête (14) orthogonales à l'arête (15) de l'écran frontal (11).
- 15           4.     Dispositif de restitution visuelle selon la revendication 1 caractérisé en ce que les deux écrans latéraux (12, 13) peuvent être déplacés en glissant le long des arêtes (14, 15) orthogonales à l'écran frontal (11).
5.     Dispositif de restitution visuelle selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'ensemble des trois écrans (11, 12, 13) peut être orienté de façon quelconque par rapport au trièdre de référence (23).
- 20           6.     Dispositif de restitution visuelle selon la revendication 2 caractérisé en ce que chaque écran est associé à au moins un dispositif de production d'images (21).
7.     Dispositif de restitution visuelle selon la revendication 1 caractérisé en ce que deux écrans contigus sont raccordés par un biseau (25) et bord à bord.
- 25           8.     Dispositif de restitution visuelle selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que les écrans sont des polygones à quatre côtés de format précis.

1/6

Figure 1a

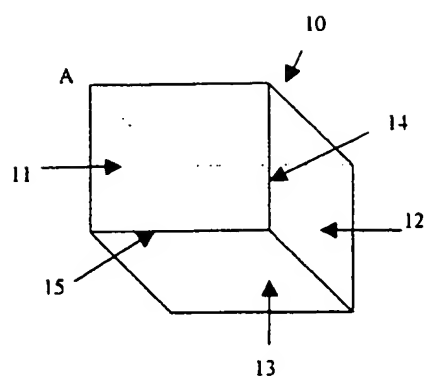


Figure 1b

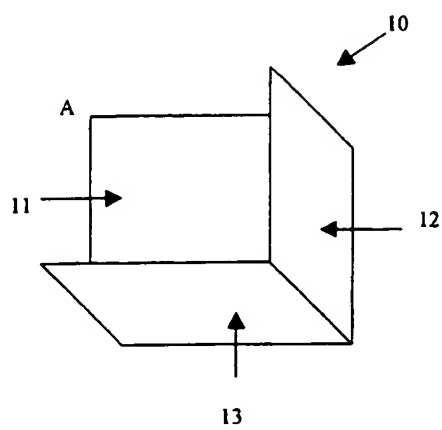
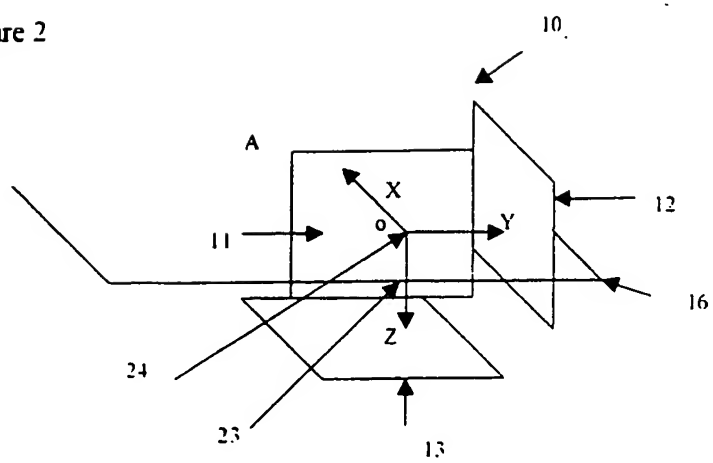


Figure 2



2/6

Figure 3

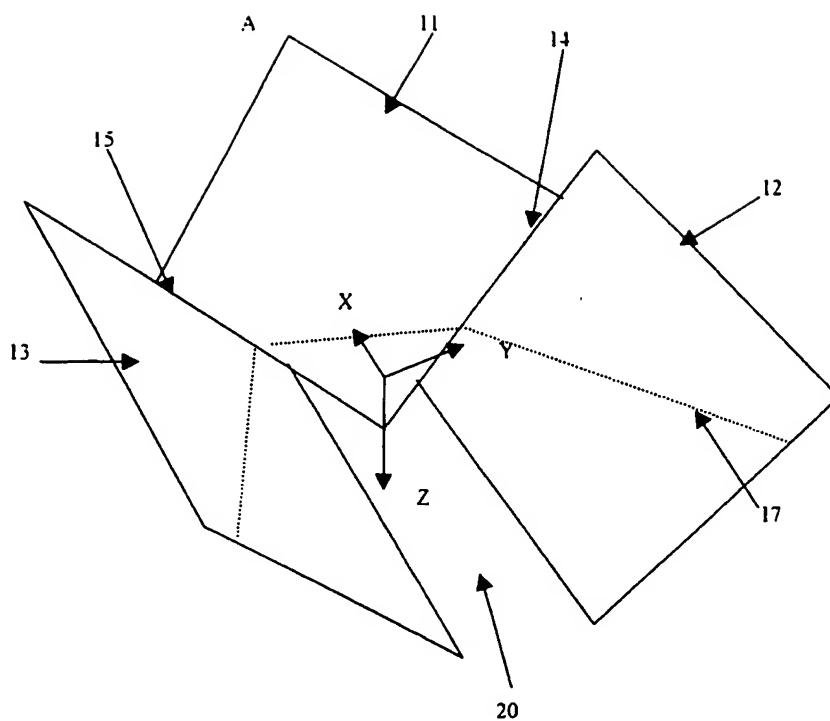


Figure 4a

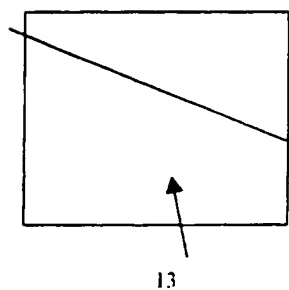


Figure 4c

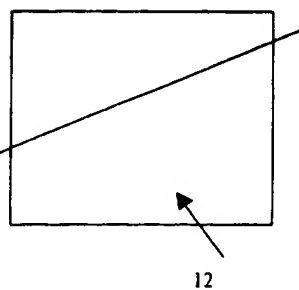


Figure 4b

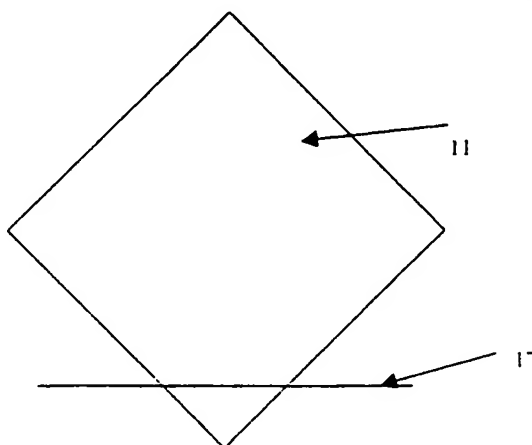


Figure 5

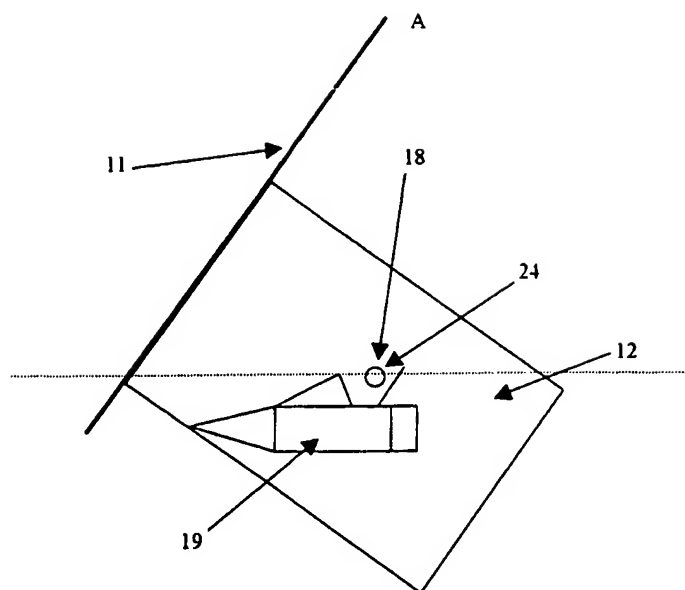


Figure 6a

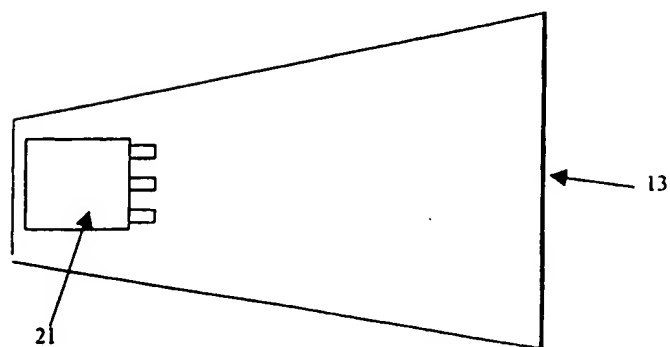




Figure 6b

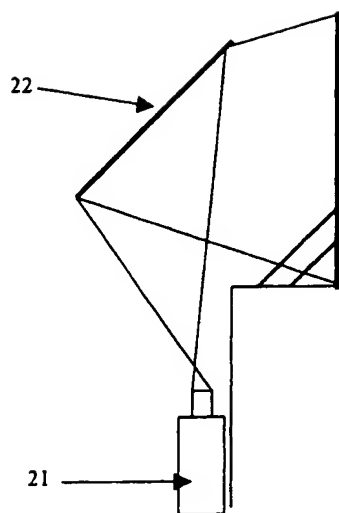


Figure 7

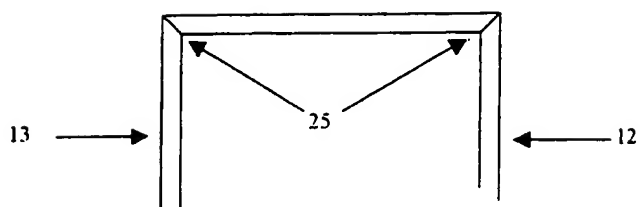


Figure 8

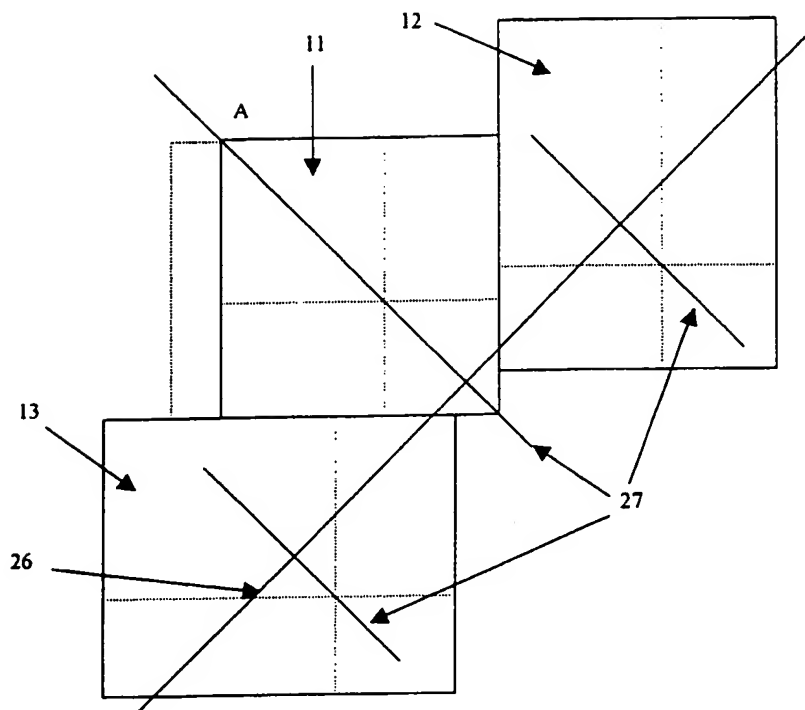
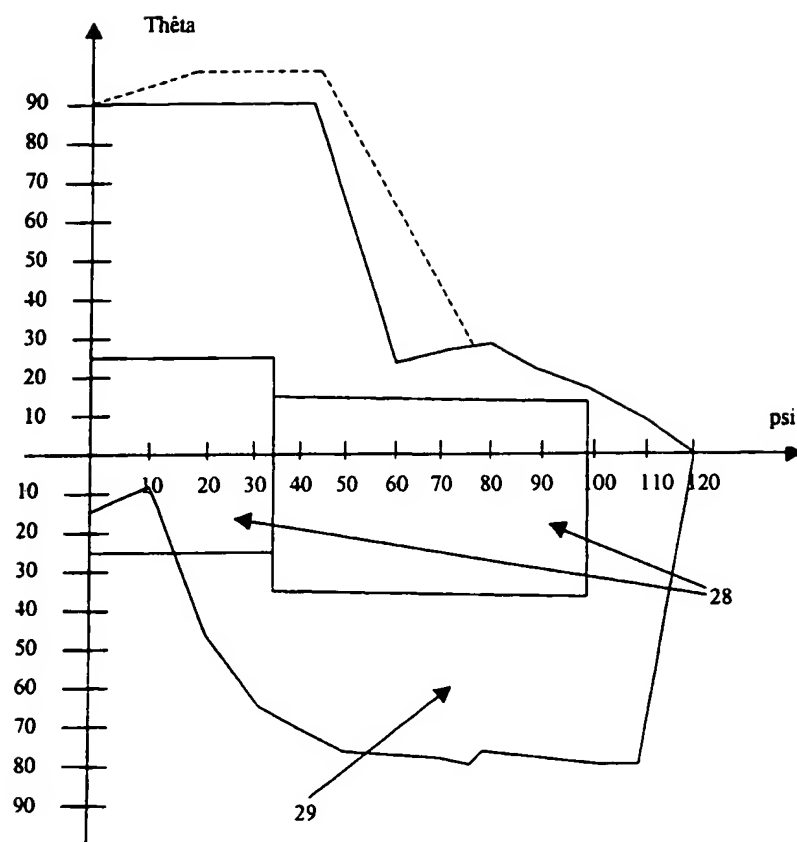


Figure 9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 01/01046

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G03B37/04 G03B21/56 G09B9/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G03B G09B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 137 450 A (THOMAS MELVIN L) 11 August 1992 (1992-08-11) abstract; figures 1,2 ---	1-8
A	WO 98 01841 A (MC DONNELL DOUGLAS CORP ;LECHNER ROBERT J (US)) 15 January 1998 (1998-01-15) claims 1,2; figure 1 ---	1-8
A	EP 0 982 946 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 1 March 2000 (2000-03-01) abstract; figure 1 ---	1
A	EP 0 522 204 A (MCCUTCHEN DAVID) 13 January 1993 (1993-01-13) claims 1,2; figure 2 --- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 August 2001

Date of mailing of the international search report

10/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Romeo, V

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 01/01046

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 714 083 A (HUGHES TRAINING INC)  29 May 1996 (1996-05-29)  abstract; figure 1  -----</p>	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 01/01046

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5137450 A	11-08-1992	US 5320534 A	14-06-1994
WO 9801841 A	15-01-1998	US 5746599 A	05-05-1998
		US 6190172 B	20-02-2001
		US 5927985 A	27-07-1999
EP 0982946 A	01-03-2000	US 6195204 B	27-02-2001
		CN 1247995 A	22-03-2000
		EP 1056292 A	29-11-2000
		JP 2000089395 A	31-03-2000
EP 0522204 A	13-01-1993	US 5023725 A	11-06-1991
EP 0714083 A	29-05-1996	US 5541769 A	30-07-1996
		CA 2162757 A,C	19-05-1996

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No  
PCT/FR 01/01046

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G03B37/04 G03B21/56 G09B9/32

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou a la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 G03B G09B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 137 450 A (THOMAS MELVIN L) 11 août 1992 (1992-08-11) abrégé; figures 1,2 ---	1-8
A	WO 98 01841 A (MC DONNELL DOUGLAS CORP ;LECHNER ROBERT J (US)) 15 janvier 1998 (1998-01-15) revendications 1,2; figure 1 ---	1-8
A	EP 0 982 946 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 1 mars 2000 (2000-03-01) abrégé; figure 1 ---	1
A	EP 0 522 204 A (MCCUTCHEN DAVID) 13 janvier 1993 (1993-01-13) revendications 1,2; figure 2 ---	1
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

1 août 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/08/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Romeo, V

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 01/01046

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 0 714 083 A (HUGHES TRAINING INC)  29 mai 1996 (1996-05-29)  abrégé; figure 1</p> <p>-----</p>	1



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 01/01046

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5137450 A	11-08-1992	US 5320534 A	14-06-1994
WO 9801841 A	15-01-1998	US 5746599 A	05-05-1998
		US 6190172 B	20-02-2001
		US 5927985 A	27-07-1999
EP 0982946 A	01-03-2000	US 6195204 B	27-02-2001
		CN 1247995 A	22-03-2000
		EP 1056292 A	29-11-2000
		JP 2000089395 A	31-03-2000
EP 0522204 A	13-01-1993	US 5023725 A	11-06-1991
EP 0714083 A	29-05-1996	US 5541769 A	30-07-1996
		CA 2162757 A,C	19-05-1996

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**